

INTERNATIONAL STANDARD



Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages above 30 kV ($U_m = 36$ kV) up to 150 kV ($U_m = 170$ kV) – Test methods and requirements

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

ICS 29.060.20

ISBN 978-2-8322-8381-3

Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.

CONTENTS

FOREWORD	8
INTRODUCTION	10
1 Scope	12
2 Normative references	12
3 Terms and definitions	15
3.1 Definitions of dimensional values (thicknesses, cross-sections, etc.)	15
3.2 Definitions concerning tests	15
3.3 Other definitions	16
4 Voltage designations, materials and rounding of numbers	17
4.1 Rated voltages	17
4.2 Cable insulating materials compounds	17
4.3 Cable metal screens/sheaths	17
4.4 Cable oversheathing materials compounds	18
4.5 Rounding of numbers	18
5 Precautions against water penetration in cables	18
6 Cable characteristics	19
7 Accessories characteristics	20
7.1 Gas immersed cable terminations	20
7.2 Composite insulators for outdoor cable terminations	20
7.3 Accessory characteristics to be declared	20
8 Test conditions	21
8.1 Ambient temperature	21
8.2 Frequency and waveform of power frequency test voltages	21
8.2 High voltage tests	21
8.3 Waveform of lightning impulse test voltages	21
8.4 Relationship of test voltages to rated voltages	21
8.5 Determination of the cable conductor temperature	22
9 Routine tests on cables and on the main insulation of prefabricated accessories	22
9.1 General	22
9.2 Partial discharge test	22
9.3 Voltage test	23
9.4 Electrical test on oversheath of the cable	23
10 Sample tests on cables	23
10.1 General	23
10.2 Frequency of tests	23
10.3 Repetition of tests	23
10.4 Conductor examination	24
10.5 Measurement of electrical resistance of conductor and metal screen	24
10.6 Measurement of thickness of cable insulation and oversheath	24
10.6.1 General	24
10.6.2 Requirements for the insulation	25
10.6.3 Requirements for the cable oversheath	25
10.7 Measurement of thickness of metal sheath	25
10.7.1 General	25
10.7.2 Lead or lead alloy sheath	26

10.7.3	Plain or corrugated Copper or aluminium sheath	26
10.7.4	Metal tape for CD design	27
10.8	Measurement of diameters	27
10.9	Hot set test for XLPE, EPR and HEPR insulations	27
10.9.1	Procedure	27
10.9.2	Requirements	27
10.10	Measurement of capacitance	27
10.11	Measurement of density of HDPE insulation	27
10.11.1	Procedure	27
10.11.2	Requirements	27
10.12	Lightning impulse voltage test	27
10.13	Water penetration test	28
10.14	Additional tests on components of cables with a longitudinally applied metal tape or foil, bonded to the oversheath	28
11	Sample tests on accessories	28
11.1	Tests on components of accessory	28
11.2	Tests on complete accessory	28
12	Type tests on cable systems	29
12.1	General	29
12.2	Range of type approval	29
12.3	Summary of type tests	31
12.4	Electrical type tests on complete cable systems	31
12.4.1	Test voltage values	31
12.4.2	Tests and sequence of tests	32
12.4.3	Bending test	32
12.4.4	Partial discharge tests	33
12.4.5	Tan δ measurement	34
12.4.6	Heating cycle voltage test	34
12.4.7	Lightning impulse voltage test followed by a power frequency voltage test	35
12.4.8	Examination	35
12.4.9	Resistivity of semi-conducting screens	35
12.5	Non-electrical type tests on cable components and on complete cable	36
12.5.1	General	36
12.5.2	Check of cable construction	36
12.5.3	Tests for determining the mechanical properties of insulation before and after ageing	36
12.5.4	Tests for determining the mechanical properties of oversheaths before and after ageing	37
12.5.5	Ageing tests on pieces of complete cable to check compatibility of materials	37
12.5.6	Loss of mass test on PVC oversheaths of type ST ₂	38
12.5.7	Pressure test at high temperature on oversheaths	38
12.5.8	Test on PVC oversheaths (ST ₁ , ST ₂) and LSHF oversheaths (ST ₁₂) at low temperature	39
12.5.9	Heat shock test for PVC oversheaths (ST ₁ and ST ₂)	39
12.5.10	Ozone resistance test for EPR and HEPR insulations	39
12.5.11	Hot set test for EPR, HEPR and XLPE insulations	39
12.5.12	Measurement of density of HDPE insulation	40

12.5.13	Measurement of carbon black content of black PE oversheaths (ST ₃ and ST ₇)	40
12.5.14	Test under fire conditions	40
12.5.15	Water penetration test	41
12.5.16	Tests on components of cables with a longitudinally applied metal tape or foil, bonded to the oversheath	41
12.5.17	Shrinkage test for PE, HDPE and XLPE insulations	41
12.5.18	Shrinkage test for PE oversheaths (ST ₃ , ST ₇) and LSHF oversheaths (ST12)	42
12.5.19	Determination of hardness of HEPR insulation	42
12.5.20	Determination of the elastic modulus of HEPR insulation	42
13	Prequalification test of the cable system	42
13.1	General and range of prequalification test approval	42
13.2	Prequalification test on complete system	43
13.2.1	Summary of prequalification tests	43
13.2.2	Test voltage values	44
13.2.3	Test arrangement	44
13.2.4	Heating cycle voltage test	45
13.2.5	Lightning impulse voltage test	46
13.2.6	Examination	46
13.3	Tests for the extension of the prequalification of a cable system	46
13.3.1	Summary of the extension of prequalification test	46
13.3.2	Electrical part of the extension of prequalification tests on complete cable system	46
14	Type tests on cables	48
14.1	General	48
14.2	Range of type approval	49
14.3	Summary of type tests	49
14.4	Electrical type tests on completed cables	50
15	Type tests on accessories	50
15.1	General	50
15.2	Range of type approval	50
15.3	Summary of type tests	51
15.4	Electrical type tests on accessories	52
15.4.1	Test voltage values	52
15.4.2	Tests and sequence of tests	52
16	Electrical tests after installation	52
16.1	General	52
16.2	DC voltage test of the oversheath	52
16.3	AC voltage test of the insulation	53
Annex A	(informative) Determination of the cable conductor temperature	66
A.1	Purpose	66
A.2	Calibration of the temperature of the main test loop	66
A.2.1	General	66
A.2.2	Installation of cable and temperature sensors	66
A.2.3	Calibration method	68
A.3	Heating for the test	68
A.3.1	Method 1 – Test using a reference cable	68

A.3.2	Method 2 – Test using conductor temperature calculations and measurement of the surface temperature	69
Annex B	(normative) Rounding of numbers	71
Annex C	(informative) List of type, prequalification and extension of prequalification tests for cable systems, cables and accessories	72
Annex D	(normative) Method of measuring resistivity of semi-conducting screens	75
Annex E	(normative) Water penetration test.....	78
E.1	Test piece	78
E.2	Test	78
E.3	Requirements	79
Annex F	(normative) Test for water penetration in the conductor	83
F.1	Test piece	83
F.2	Test	83
F.3	Requirements	83
Annex G	(normative) Tests on components of cables with a longitudinally applied metal tape or foil, bonded to the oversheath	87
G.1	Visual examination.....	87
G.2	Adhesion and peel strength.....	87
G.2.1	General	87
G.2.2	Test: Adhesion strength.....	87
G.2.3	Test: Peel strength of overlapped metal foil	88
G.2.4	Requirements	89
Annex H	(normative) Additional tests for accessories.....	91
H.1	General.....	91
H.2	Range of approval.....	92
H.2.1	Range of approval for joints without screen or metal sheath interruption	92
H.2.2	Range of approval for joints with screen or metal sheath interruption.....	92
H.2.3	Range of approval for accessories for cable screen interruption and/or earth connection.....	92
H.2.4	Range of approval for terminations with sectionalizing insulation	93
H.3	Tests of joints with or without screen or metal sheath interruption and accessories for cable screen interruption and/or earth connection	93
H.3.1	Water immersion	93
H.3.2	Electrical tests	93
H.4	Tests of terminations with sheath sectionalizing insulation	95
H.4.1	DC voltage withstand test between screen and earth	95
H.4.2	Lightning impulse voltage withstand test between screen and earth.....	95
H.5	Examination	95
H.6	Tests for composite insulators for outdoor terminations.....	96
H.6.1	General	96
H.6.2	Internal pressure test.....	96
H.6.3	Cantilever load test.....	96
Annex I	(normative) Determination of hardness of HEPR insulations.....	97
I.1	Test piece	97
I.2	Test procedure.....	97
I.2.1	General	97
I.2.2	Surfaces of large radius of curvature	97
I.2.3	Surfaces of small radius of curvature	97
I.2.4	Conditioning and test temperature	97

1.2.5	Number of measurements	98
Annex J (informative)	Guidance on examination of cable and accessories	99
Annex K (XXX)	Void	100
Bibliography		101
Figure 1	– Example of the test arrangement for the prequalification test	45
Figure 2	– Example of extension of prequalification test arrangement for the prequalification of a system with another joint, designed for rigid as well as flexible installation	47
Figure A.1	– Typical test set-up for the reference loop and the main test loop	67
Figure A.2	– Example of an arrangement of the temperature sensors on the conductor of the reference loop	68
Figure D.1	– Preparation of samples for measurement of resistivity of conductor and insulation screens	77
Figure E.1	– Schematic diagram of apparatus for water penetration test	79
Figure F.1	– Schematic diagram of apparatus for water penetration test in the conductor	84
Figure G.1	– Adhesion of metal tape or foil	88
Figure G.2	– Example of overlapped metal foil	89
Figure G.3	– Peel strength of overlapped metal foil	89
Figure G.4	– Typical strength versus grip spacing curve (1)	90
Figure G.5	– Typical strength versus grip spacing curve (2)	90
Figure I.1	– Test on surfaces of large radius of curvature	98
Figure I.2	– Test on surfaces of small radius of curvature	98
Table 1	– Insulating compounds for cables	53
Table 2	– Oversheathing compounds for cables	53
Table 3	– Tan δ requirements for insulating compounds for cables	54
Table 4	– Test voltages	54
Table 5	– Non-electrical type tests for insulating and oversheathing compounds for cables	55
Table 6	– Test requirements for mechanical characteristics of insulating compounds for cables (before and after ageing)	57
Table 7	– Test requirements for mechanical characteristics of oversheathing compounds for cables (before and after ageing)	59
Table 8	– Test requirements for particular characteristics of insulating compounds for cables	61
Table 9	– Test requirements for particular characteristics of PVC and LSHF oversheathing for cables	63
Table 10	– Maximum mechanical load for composite insulators for outdoor terminations	65
Table C.1	– Type tests on cable systems, on cables and on accessories	73
Table C.2	– Prequalification tests on cable systems with a calculated nominal conductor electric stress above 8,0 kV/mm or a calculated nominal insulation electric stress above 4,0 kV/mm	73
Table C.3	– Extension of prequalification tests on cable systems with a calculated nominal conductor electric stress above 8,0 kV/mm or a calculated nominal insulation electric stress above 4,0 kV/mm	74

Table G.1 – Minimum acceptable adhesion or peel strength forces	90
Table H.1 – Test sequence	91
Table H.2 – Lightning impulse voltage withstand test between screen and earth of joints with or without screen or metal sheath interruption and accessories for cable screen interruption and/or earth connection	94
Table H.3 – Lightning impulse voltage withstand test between screen and screen of joints with screen or metal sheath interruption and accessories for cable screen interruption and/or earth connection.....	95
Table H.4 – Lightning impulse voltage withstand tests between screen and earth of terminations with sheath sectionalizing insulation	95

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**POWER CABLES WITH EXTRUDED INSULATION
AND THEIR ACCESSORIES FOR RATED VOLTAGES
ABOVE 30 kV ($U_m = 36$ kV) UP TO 150 kV ($U_m = 170$ kV) –
TEST METHODS AND REQUIREMENTS**

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as “IEC Publication(s)”). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

This redline version of the official IEC Standard allows the user to identify the changes made to the previous edition. A vertical bar appears in the margin wherever a change has been made. Additions are in green text, deletions are in strikethrough red text.

International Standard IEC 60840 has been prepared by IEC technical committee 20: Electric cables.

This fifth edition cancels and replaces the fourth edition, published in 2011. This edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

- Gas immersed cable terminations for use at rated voltages above 52 kV are required to be designed, type and routine tested in accordance with IEC 62271-209 in addition to the routine and type tests specified in this document.
- Requirements are introduced for composite outdoor termination insulators.
- The test cylinder diameters specified for the bending test (type and prequalification tests) have been modified in line with IEC TR 61901:2016.
- A low smoke halogen free oversheath material, designated ST₁₂ is introduced.
- Additional tests under fire conditions are introduced: vertical flame spread, smoke density, acidity and conductivity, which shall be applied according to the fire performance declared for the cable.
- A test for water penetration in the conductor is added.
- In addition to tests on the outer protection of joints, type tests on the screen sectionalizing insulation of all accessories have been introduced.

NOTE For a more detailed history of events leading up to this fifth edition, see the Introduction.

The text of this International Standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
20/1909/FDIS	20/1910/RVD

Full information on the voting for the approval of this International Standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

This document has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

The committee has decided that the contents of this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific document. At this date, the document will be

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

The contents of the corrigendum of February 2021 have been included in this copy.

INTRODUCTION

The first edition of IEC 60840, published in 1988, dealt only with cables. Accessories were added to the second edition, published in February 1999, which separately covered test methods and test requirements for

- a) cables alone,
- b) cables together with accessories (a cable system).

Some countries then suggested that a better discrimination be made between systems, cables and accessories, particularly for the lower voltages of the scope, for example 45 kV. This was taken into account in the third edition (2004) and ~~is has been retained in this revision, which gives~~ subsequently, giving the type approval requirements and the range of approvals for:

- a) cable systems,
- b) cables alone,
- c) accessories alone.

Manufacturers and users may choose the most appropriate option for type approval.

~~At its meeting in November 2004, TC 20 decided to prepare a further major revision of IEC 60840 and concluded that this edition should incorporate the recommendations for testing HV and EHV extruded cables that were under preparation by CIGRE study committee B1 WG B1.06. This work was made available as CIGRE technical brochure No. 303, before the meeting of TC 20 in October 2006. The brochure, entitled "Revision of qualification procedures for extruded (extra) high voltage a.c. underground cables", has therefore been considered by TC 20, and considerable parts implemented in this standard. Cables with high electrical stresses at the conductor screen and/or insulation screen are now required to undergo a prequalification test procedure (simplified compared to that in IEC 62067) as a cable system inclusive of accessories.~~

The fourth edition (2011) introduced the prequalification test procedure, as a cable system inclusive of accessories, for cables with high electrical stresses at the conductor screen and/or insulation screen.

~~Additionally the following other significant changes to this standard have been introduced~~ Other significant changes in the fourth edition were:

- a) The clause numbering of this document and IEC 62067 ~~(which has been revised at the same time as this standard) has been~~ was coordinated to achieve as much commonality as possible ~~to assist users who use both standards.~~
- b) In the case of the sample test, the lightning impulse voltage test is no longer followed by a power frequency voltage test.

In this fifth edition the principle changes are as follows:

- a) New definitions have been added for three different cable screen designs following IEC TR 61901:2016.
- b) Gas immersed cable terminations for use at rated voltages above 52 kV are required to be designed, type and routine tested in accordance with IEC 62271-209 in addition to the routine and type tests specified in this document.
- c) Requirements are introduced for composite outdoor termination insulators.
- d) The test cylinder diameters specified for the bending test (type and prequalification tests) have been modified in line with IEC TR 61901:2016.
- e) A low smoke halogen free oversheath material, designated ST₁₂ is introduced.

- f) Additional tests under fire conditions are introduced: vertical flame spread, smoke density, acidity and conductivity, which are applied according to the fire performance declared for the cable.
- g) A test for water penetration in the conductor is added.
- h) In addition to tests on the outer protection of joints, type tests on the screen sectionalizing insulation of all accessories have been introduced.
- i) A list of relevant CIGRE references is given in the bibliography.

POWER CABLES WITH EXTRUDED INSULATION AND THEIR ACCESSORIES FOR RATED VOLTAGES ABOVE 30 kV ($U_m = 36$ kV) UP TO 150 kV ($U_m = 170$ kV) – TEST METHODS AND REQUIREMENTS

1 Scope

This document specifies test methods and requirements for power cable systems, cables alone and accessories alone, for fixed installations and for rated voltages above 30 kV ($U_m = 36$ kV) up to and including 150 kV ($U_m = 170$ kV).

The requirements apply to single-core cables and to individually screened three-core cables and to their accessories for usual conditions of installation and operation, but not to special cables, such as submarine cables and their accessories, for which modifications to the standard tests ~~may be necessary~~ or the setup of special test conditions ~~may need to be devised~~ can be necessary.

This document does not cover transition joints between cables with extruded insulation and paper insulated cables.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

~~NOTE – The IEC 60811 series is currently undergoing a revision, which will lead to a restructuring of its parts. A description of this, as well as a cross-reference table between the current and planned parts will be given in IEC 60811-100.~~

IEC 60060-1:2010, *High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements*

~~IEC 60183, Guide to the selection of high-voltage cables~~

IEC 60228, *Conductors of insulated cables*

IEC 60229:2007, *Electric cables – Tests on extruded oversheaths with a special protective function*

IEC 60230, *Impulse tests on cables and their accessories*

IEC 60287-1-1:2006, *Electric cables – Calculation of the current rating – Part 1-1: Current rating equations (100 % load factor) and calculation of losses – General*

IEC 60332-1-2, *Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions – Part 1-2: Test for vertical flame propagation for a single insulated wire or cable – Procedure for 1 kW pre-mixed flame*

IEC 60332-3-24, *Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions – Part 3-24: Test for vertical flame spread of vertically-mounted bunched wires or cables – Category C*

IEC 60754-2, *Test on gases evolved during combustion of materials from cables – Part 2: Determination of acidity (by pH measurement) and conductivity*

~~IEC 60811-1-1:1993, Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables – Part 1: Methods for general application – Section 1: Measurement of thickness and overall dimensions – Tests for determining the mechanical properties
Amendment 1 (2001)~~

~~IEC 60811-1-2:1985, Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables – Part 1: Methods for general application – Section Two: Thermal ageing methods
Amendment 1 (1989)
Amendment 2 (2000)~~

~~IEC 60811-1-3:1993, Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables – Part 1-3: General application – Methods for determining the density – Water absorption tests – Shrinkage test
Amendment 1 (2001)~~

~~IEC 60811-1-4:1985, Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables – Part 1: Methods for general application – Section Four: Tests at low temperature
Amendment 1 (1993)
Amendment 2 (2001)~~

~~IEC 60811-2-1:1998, Common test methods for Insulating and sheathing materials of electric and optical cables – Part 2-1: Methods specific to elastomeric compounds – Ozone resistance, hot set and mineral oil immersion tests
Amendment 1 (2001)~~

~~IEC 60811-3-1:1985, Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables – Part 3-1: Methods specific to PVC compounds – Pressure test at high temperature – Tests for resistance to cracking
Amendment 1 (1994)
Amendment 2 (2001)~~

~~IEC 60811-3-2:1985, Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables – Part 3: Methods specific to PVC compounds – Loss of mass test – Section two: Thermal stability test
Amendment 1 (1993)
Amendment 2 (2003)~~

~~IEC 60811-4-1:2004, Insulating and sheathing materials of electric and optical cables – Common test methods – Part 4-1: Methods specific to polyethylene and polypropylene compounds – Resistance to environmental stress cracking – Measurement of the melt flow index – Carbon black and/or mineral filler content measurement in polyethylene by direct combustion – Measurement of carbon black content by thermogravimetric analysis (TGA) – Assessment of carbon black dispersion in polyethylene using a microscope~~

IEC 60811-201, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 201: General tests – Measurement of insulation thickness*

IEC 60811-202:2012, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 202: General tests – Measurement of thickness of non-metallic sheath*
IEC 60811-202:2012/AMD1:2017

IEC 60811-203, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 203: General tests – Measurement of overall dimensions*

IEC 60811-401, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 401: Miscellaneous tests – Thermal ageing methods – Ageing in an air oven*

IEC 60811-403, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 403: Miscellaneous tests – Ozone resistance test on cross-linked compounds*

IEC 60811-409, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 409: Miscellaneous tests – Loss of mass test for thermoplastic insulations and sheaths*

IEC 60811-501:2012, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 501: Mechanical tests – Tests for determining the mechanical properties of insulation and sheathing compounds*

IEC 60811-501:2012/AMD1:2018

IEC 60811-502:2012, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 502: Mechanical tests – Shrinkage test for insulations*

IEC 60811-503, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 503: Mechanical tests – Shrinkage test for sheaths*

IEC 60811-505, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 505: Mechanical tests – Elongation at low temperature for insulations and sheaths*

IEC 60811-506, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 506: Mechanical tests – Impact test at low temperature for insulations and sheaths*

IEC 60811-507, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 507: Mechanical tests – Hot set test for cross-linked materials*

IEC 60811-508:2012, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 508: Mechanical tests – Pressure test at high temperature for insulations and sheaths*
IEC 60811-508:2012/AMD1:2017

IEC 60811-509, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 509: Mechanical tests – Test for resistance of insulations and sheaths to cracking (heat shock test)*

IEC 60811-605:2012, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 605: Physical tests – Measurement of carbon black and/or mineral filler in polyethylene compounds*

IEC 60811-606, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 606: Physical tests – Methods for determining the density*

IEC 60885-3, *Electrical test methods for electric cables – Part 3: Test methods for partial discharge measurements on lengths of extruded power cables*

IEC 61034-2:2005, *Measurement of smoke density of cables burning under defined conditions – Part 2: Test procedure and requirements*
IEC 61034-2:2005/AMD1:2013

IEC 61462:2007, *Composite hollow insulators – Pressurized and unpressurized insulators for use in electrical equipment with rated voltage greater than 1 000 V – Definitions, test methods, acceptance criteria and design recommendations*

IEC 62271-209, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 209: Cable connections for gas-insulated metal-enclosed switchgear for rated voltages above 52 kV. Fluid-filled and extruded insulation cables – Fluid-filled and dry-type cable-terminations*

~~ISO 48, Rubber, vulcanized or thermoplastic – Determination of hardness (hardness between 10 IRHD and 100 IRHD)~~

ISO 48-2, *Rubber, vulcanized or thermoplastic – Determination of hardness – Part 2: Hardness between 10 IRHD and 100 IRHD*

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages above 30 kV ($U_m = 36$ kV) up to 150 kV ($U_m = 170$ kV) – Test methods and requirements

Câbles d'énergie à isolation extrudée et leurs accessoires pour des tensions assignées supérieures à 30 kV ($U_m = 36$ kV) et jusqu'à 150 kV ($U_m = 170$ kV) – Méthodes et exigences d'essai

CONTENTS

FOREWORD	8
INTRODUCTION	10
1 Scope	11
2 Normative references	11
3 Terms and definitions	13
3.1 Definitions of dimensional values (thicknesses, cross-sections, etc.)	13
3.2 Definitions concerning tests	13
3.3 Other definitions	14
4 Voltage designations, materials and rounding of numbers	15
4.1 Rated voltages	15
4.2 Cable insulating compounds	15
4.3 Cable metal screens/sheaths	15
4.4 Cable oversheathing compounds	16
4.5 Rounding of numbers	16
5 Precautions against water penetration in cables	16
6 Cable characteristics	17
7 Accessories characteristics	18
7.1 Gas immersed cable terminations	18
7.2 Composite insulators for outdoor cable terminations	18
7.3 Accessory characteristics to be declared	18
8 Test conditions	19
8.1 Ambient temperature	19
8.2 High voltage tests	19
8.3 Waveform of lightning impulse test voltages	19
8.4 Relationship of test voltages to rated voltages	19
8.5 Determination of the cable conductor temperature	19
9 Routine tests on cables and accessories	19
9.1 General	19
9.2 Partial discharge test	20
9.3 Voltage test	20
9.4 Electrical test on oversheath of the cable	21
10 Sample tests on cables	21
10.1 General	21
10.2 Frequency of tests	21
10.3 Repetition of tests	21
10.4 Conductor examination	21
10.5 Measurement of electrical resistance of conductor and metal screen	22
10.6 Measurement of thickness of cable insulation and oversheath	22
10.6.1 General	22
10.6.2 Requirements for the insulation	22
10.6.3 Requirements for the cable oversheath	23
10.7 Measurement of thickness of metal sheath	23
10.7.1 General	23
10.7.2 Lead or lead alloy sheath	23
10.7.3 Copper or aluminium sheath	24

10.7.4	Metal tape for CD design	24
10.8	Measurement of diameters	24
10.9	Hot set test for XLPE, EPR and HEPR insulations	24
10.9.1	Procedure	24
10.9.2	Requirements	24
10.10	Measurement of capacitance	25
10.11	Measurement of density of HDPE insulation	25
10.11.1	Procedure	25
10.11.2	Requirements	25
10.12	Lightning impulse voltage test	25
10.13	Water penetration test	25
10.14	Additional tests on components of cables with a longitudinally applied metal tape or foil, bonded to the oversheath	25
11	Sample tests on accessories	26
11.1	Tests on components of accessory	26
11.2	Tests on complete accessory	26
12	Type tests on cable systems	26
12.1	General	26
12.2	Range of type approval	27
12.3	Summary of type tests	28
12.4	Electrical type tests on cable systems	28
12.4.1	Test voltage values	28
12.4.2	Tests and sequence of tests	29
12.4.3	Bending test	29
12.4.4	Partial discharge tests	30
12.4.5	Tan δ measurement	30
12.4.6	Heating cycle voltage test	30
12.4.7	Lightning impulse voltage test followed by a power frequency voltage test	31
12.4.8	Examination	31
12.4.9	Resistivity of semi-conducting screens	32
12.5	Non-electrical type tests on cable components and on complete cable	32
12.5.1	General	32
12.5.2	Check of cable construction	33
12.5.3	Tests for determining the mechanical properties of insulation before and after ageing	33
12.5.4	Tests for determining the mechanical properties of oversheaths before and after ageing	33
12.5.5	Ageing tests on pieces of complete cable to check compatibility of materials	34
12.5.6	Loss of mass test on PVC oversheaths of type ST ₂	34
12.5.7	Pressure test at high temperature on oversheaths	34
12.5.8	Test on PVC oversheaths (ST ₁ , ST ₂) and LSHF oversheaths (ST ₁₂) at low temperature	35
12.5.9	Heat shock test for PVC oversheaths (ST ₁ and ST ₂)	35
12.5.10	Ozone resistance test for EPR and HEPR insulations	35
12.5.11	Hot set test for EPR, HEPR and XLPE insulations	35
12.5.12	Measurement of density of HDPE insulation	35

12.5.13	Measurement of carbon black content of black PE oversheaths (ST ₃ and ST ₇)	36
12.5.14	Test under fire conditions	36
12.5.15	Water penetration test	37
12.5.16	Tests on components of cables with a longitudinally applied metal tape or foil, bonded to the oversheath	37
12.5.17	Shrinkage test for PE, HDPE and XLPE insulations	37
12.5.18	Shrinkage test for PE oversheaths (ST ₃ , ST ₇) and LSHF oversheaths (ST ₁₂)	37
12.5.19	Determination of hardness of HEPR insulation	38
12.5.20	Determination of the elastic modulus of HEPR insulation	38
13	Prequalification test of the cable system	38
13.1	General and range of prequalification test approval	38
13.2	Prequalification test on complete system	39
13.2.1	Summary of prequalification tests	39
13.2.2	Test voltage values	39
13.2.3	Test arrangement	39
13.2.4	Heating cycle voltage test	40
13.2.5	Lightning impulse voltage test	41
13.2.6	Examination	41
13.3	Tests for the extension of the prequalification of a cable system	41
13.3.1	Summary of the extension of prequalification test	41
13.3.2	Electrical part of the extension of prequalification tests on complete cable system	41
14	Type tests on cables	43
14.1	General	43
14.2	Range of type approval	44
14.3	Summary of type tests	44
14.4	Electrical type tests on completed cables	45
15	Type tests on accessories	45
15.1	General	45
15.2	Range of type approval	45
15.3	Summary of type tests	46
15.4	Electrical type tests on accessories	47
15.4.1	Test voltage values	47
15.4.2	Tests and sequence of tests	47
16	Electrical tests after installation	47
16.1	General	47
16.2	DC voltage test of the oversheath	47
16.3	AC voltage test of the insulation	47
Annex A (informative)	Determination of the cable conductor temperature	55
A.1	Purpose	55
A.2	Calibration of the temperature of the main test loop	55
A.2.1	General	55
A.2.2	Installation of cable and temperature sensors	55
A.2.3	Calibration method	57
A.3	Heating for the test	57
A.3.1	Method 1 – Test using a reference cable	57

A.3.2	Method 2 – Test using conductor temperature calculations and measurement of the surface temperature	58
Annex B	(normative) Rounding of numbers	59
Annex C	(informative) List of type, prequalification and extension of prequalification tests for cable systems, cables and accessories	60
Annex D	(normative) Method of measuring resistivity of semi-conducting screens	62
Annex E	(normative) Water penetration test.....	65
E.1	Test piece	65
E.2	Test	65
E.3	Requirements	66
Annex F	(normative) Test for water penetration in the conductor.....	67
F.1	Test piece	67
F.2	Test	67
F.3	Requirements	67
Annex G	(normative) Tests on components of cables with a longitudinally applied metal tape or foil, bonded to the oversheath	69
G.1	Visual examination.....	69
G.2	Adhesion and peel strength.....	69
G.2.1	General	69
G.2.2	Test: Adhesion strength.....	69
G.2.3	Test: Peel strength of overlapped metal foil	70
G.2.4	Requirements	71
Annex H	(normative) Additional tests for accessories.....	73
H.1	General.....	73
H.2	Range of approval.....	74
H.2.1	Range of approval for joints without screen or metal sheath interruption	74
H.2.2	Range of approval for joints with screen or metal sheath interruption.....	74
H.2.3	Range of approval for accessories for cable screen interruption and/or earth connection.....	74
H.2.4	Range of approval for terminations with sectionalizing insulation	75
H.3	Tests of joints with or without screen or metal sheath interruption and accessories for cable screen interruption and/or earth connection	75
H.3.1	Water immersion	75
H.3.2	Electrical tests	75
H.4	Tests of terminations with sheath sectionalizing insulation	77
H.4.1	DC voltage withstand test between screen and earth	77
H.4.2	Lightning impulse voltage withstand test between screen and earth.....	77
H.5	Examination	77
H.6	Tests for composite insulators for outdoor terminations.....	78
H.6.1	General	78
H.6.2	Internal pressure test.....	78
H.6.3	Cantilever load test.....	78
Annex I	(normative) Determination of hardness of HEPR insulations.....	79
I.1	Test piece	79
I.2	Test procedure.....	79
I.2.1	General	79
I.2.2	Surfaces of large radius of curvature	79
I.2.3	Surfaces of small radius of curvature	79
I.2.4	Conditioning and test temperature	79

I.2.5	Number of measurements	80
Annex J (informative)	Guidance on examination of cable and accessories	81
Annex K (xxx)	Void	82
Bibliography		83
Figure 1	– Example of the test arrangement for the prequalification test	40
Figure 2	– Example of extension of prequalification test arrangement for the prequalification of a system with another joint, designed for rigid as well as flexible installation	42
Figure A.1	– Typical test set-up for the reference loop and the main test loop	56
Figure A.2	– Example of an arrangement of the temperature sensors on the conductor of the reference loop	57
Figure D.1	– Preparation of samples for measurement of resistivity of conductor and insulation screens	64
Figure E.1	– Schematic diagram of apparatus for water penetration test	66
Figure F.1	– Schematic diagram of apparatus for water penetration test in the conductor	68
Figure G.1	– Adhesion of metal tape or foil	70
Figure G.2	– Example of overlapped metal foil	71
Figure G.3	– Peel strength of overlapped metal foil	71
Figure G.4	– Typical strength versus grip spacing curve (1)	72
Figure G.5	– Typical strength versus grip spacing curve (2)	72
Figure I.1	– Test on surfaces of large radius of curvature	80
Figure I.2	– Test on surfaces of small radius of curvature	80
Table 1	– Insulating compounds for cables	48
Table 2	– Oversheathing compounds for cables	48
Table 3	– Tan δ requirements for insulating compounds for cables	48
Table 4	– Test voltages	49
Table 5	– Non-electrical type tests for insulating and oversheathing compounds for cables	49
Table 6	– Test requirements for mechanical characteristics of insulating compounds for cables (before and after ageing)	50
Table 7	– Test requirements for mechanical characteristics of oversheathing compounds for cables (before and after ageing)	51
Table 8	– Test requirements for particular characteristics of insulating compounds for cables	52
Table 9	– Test requirements for particular characteristics of PVC and LSHF oversheathing for cables	53
Table 10	– Maximum mechanical load for composite insulators for outdoor terminations	54
Table C.1	– Type tests on cable systems, on cables and on accessories	60
Table C.2	– Prequalification tests on cable systems with a calculated nominal conductor electric stress above 8,0 kV/mm or a calculated nominal insulation electric stress above 4,0 kV/mm	61
Table C.3	– Extension of prequalification tests on cable systems with a calculated nominal conductor electric stress above 8,0 kV/mm or a calculated nominal insulation electric stress above 4,0 kV/mm	61

Table G.1 – Minimum acceptable adhesion or peel strength forces	72
Table H.1 – Test sequence	73
Table H.2 – Lightning impulse voltage withstand test between screen and earth of joints with or without screen or metal sheath interruption and accessories for cable screen interruption and/or earth connection	76
Table H.3 – Lightning impulse voltage withstand test between screen and screen of joints with screen or metal sheath interruption and accessories for cable screen interruption and/or earth connection.....	77
Table H.4 – Lightning impulse voltage withstand tests between screen and earth of terminations with sheath sectionalizing insulation	77

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**POWER CABLES WITH EXTRUDED INSULATION
AND THEIR ACCESSORIES FOR RATED VOLTAGES
ABOVE 30 kV ($U_m = 36$ kV) UP TO 150 kV ($U_m = 170$ kV) –
TEST METHODS AND REQUIREMENTS**

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as “IEC Publication(s)”). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60840 has been prepared by IEC technical committee 20: Electric cables.

This fifth edition cancels and replaces the fourth edition, published in 2011. This edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

- Gas immersed cable terminations for use at rated voltages above 52 kV are required to be designed, type and routine tested in accordance with IEC 62271-209 in addition to the routine and type tests specified in this document.
- Requirements are introduced for composite outdoor termination insulators.
- The test cylinder diameters specified for the bending test (type and prequalification tests) have been modified in line with IEC TR 61901:2016.
- A low smoke halogen free oversheath material, designated ST₁₂ is introduced.

- Additional tests under fire conditions are introduced: vertical flame spread, smoke density, acidity and conductivity, which shall be applied according to the fire performance declared for the cable.
- A test for water penetration in the conductor is added.
- In addition to tests on the outer protection of joints, type tests on the screen sectionalizing insulation of all accessories have been introduced.

NOTE For a more detailed history of events leading up to this fifth edition, see the Introduction.

The text of this International Standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
20/1909/FDIS	20/1910/RVD

Full information on the voting for the approval of this International Standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

This document has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

The committee has decided that the contents of this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific document. At this date, the document will be

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

The contents of the corrigendum of February 2021 have been included in this copy.

INTRODUCTION

The first edition of IEC 60840, published in 1988, dealt only with cables. Accessories were added to the second edition, published in February 1999, which separately covered test methods and test requirements for

- a) cables alone,
- b) cables together with accessories (a cable system).

Some countries then suggested that a better discrimination be made between systems, cables and accessories, particularly for the lower voltages of the scope, for example 45 kV. This was taken into account in the third edition (2004) and has been retained subsequently, giving the type approval requirements and the range of approvals for:

- a) cable systems,
- b) cables alone,
- c) accessories alone.

Manufacturers and users may choose the most appropriate option for type approval.

The fourth edition (2011) introduced the prequalification test procedure, as a cable system inclusive of accessories, for cables with high electrical stresses at the conductor screen and/or insulation screen.

Other significant changes in the fourth edition were:

- a) The clause numbering of this document and IEC 62067 was coordinated to achieve as much commonality as possible.
- b) In the case of the sample test, the lightning impulse voltage test is no longer followed by a power frequency voltage test.

In this fifth edition the principle changes are as follows:

- a) New definitions have been added for three different cable screen designs following IEC TR 61901:2016.
- b) Gas immersed cable terminations for use at rated voltages above 52 kV are required to be designed, type and routine tested in accordance with IEC 62271-209 in addition to the routine and type tests specified in this document.
- c) Requirements are introduced for composite outdoor termination insulators.
- d) The test cylinder diameters specified for the bending test (type and prequalification tests) have been modified in line with IEC TR 61901:2016.
- e) A low smoke halogen free oversheath material, designated ST₁₂ is introduced.
- f) Additional tests under fire conditions are introduced: vertical flame spread, smoke density, acidity and conductivity, which are applied according to the fire performance declared for the cable.
- g) A test for water penetration in the conductor is added.
- h) In addition to tests on the outer protection of joints, type tests on the screen sectionalizing insulation of all accessories have been introduced.
- i) A list of relevant CIGRE references is given in the bibliography.

**POWER CABLES WITH EXTRUDED INSULATION
AND THEIR ACCESSORIES FOR RATED VOLTAGES
ABOVE 30 kV ($U_m = 36$ kV) UP TO 150 kV ($U_m = 170$ kV) –
TEST METHODS AND REQUIREMENTS**

1 Scope

This document specifies test methods and requirements for power cable systems, cables alone and accessories alone, for fixed installations and for rated voltages above 30 kV ($U_m = 36$ kV) up to and including 150 kV ($U_m = 170$ kV).

The requirements apply to single-core cables and to individually screened three-core cables and to their accessories for usual conditions of installation and operation, but not to special cables, such as submarine cables and their accessories, for which modifications to the standard tests or the setup of special test conditions can be necessary.

This document does not cover transition joints between cables with extruded insulation and paper insulated cables.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60060-1:2010, *High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements*

IEC 60228, *Conductors of insulated cables*

IEC 60229:2007, *Electric cables – Tests on extruded oversheaths with a special protective function*

IEC 60230, *Impulse tests on cables and their accessories*

IEC 60287-1-1:2006, *Electric cables – Calculation of the current rating – Part 1-1: Current rating equations (100 % load factor) and calculation of losses – General*

IEC 60332-1-2, *Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions – Part 1-2: Test for vertical flame propagation for a single insulated wire or cable – Procedure for 1 kW pre-mixed flame*

IEC 60332-3-24, *Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions – Part 3-24: Test for vertical flame spread of vertically-mounted bunched wires or cables – Category C*

IEC 60754-2, *Test on gases evolved during combustion of materials from cables – Part 2: Determination of acidity (by pH measurement) and conductivity*

IEC 60811-201, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 201: General tests – Measurement of insulation thickness*

IEC 60811-202:2012, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 202: General tests – Measurement of thickness of non-metallic sheath*
IEC 60811-202:2012/AMD1:2017

IEC 60811-203, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 203: General tests – Measurement of overall dimensions*

IEC 60811-401, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 401: Miscellaneous tests – Thermal ageing methods – Ageing in an air oven*

IEC 60811-403, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 403: Miscellaneous tests – Ozone resistance test on cross-linked compounds*

IEC 60811-409, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 409: Miscellaneous tests – Loss of mass test for thermoplastic insulations and sheaths*

IEC 60811-501:2012, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 501: Mechanical tests – Tests for determining the mechanical properties of insulation and sheathing compounds*
IEC 60811-501:2012/AMD1:2018

IEC 60811-502:2012, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 502: Mechanical tests – Shrinkage test for insulations*

IEC 60811-503, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 503: Mechanical tests – Shrinkage test for sheaths*

IEC 60811-505, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 505: Mechanical tests – Elongation at low temperature for insulations and sheaths*

IEC 60811-506, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 506: Mechanical tests – Impact test at low temperature for insulations and sheaths*

IEC 60811-507, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 507: Mechanical tests – Hot set test for cross-linked materials*

IEC 60811-508:2012, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 508: Mechanical tests – Pressure test at high temperature for insulations and sheaths*
IEC 60811-508:2012/AMD1:2017

IEC 60811-509, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 509: Mechanical tests – Test for resistance of insulations and sheaths to cracking (heat shock test)*

IEC 60811-605:2012, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 605: Physical tests – Measurement of carbon black and/or mineral filler in polyethylene compounds*

IEC 60811-606, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 606: Physical tests – Methods for determining the density*

IEC 60885-3, *Electrical test methods for electric cables – Part 3: Test methods for partial discharge measurements on lengths of extruded power cables*

IEC 61034-2:2005, *Measurement of smoke density of cables burning under defined conditions – Part 2: Test procedure and requirements*
IEC 61034-2:2005/AMD1:2013

IEC 61462:2007, *Composite hollow insulators – Pressurized and unpressurized insulators for use in electrical equipment with rated voltage greater than 1 000 V – Definitions, test methods, acceptance criteria and design recommendations*

IEC 62271-209, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 209: Cable connections for gas-insulated metal-enclosed switchgear for rated voltages above 52 kV. Fluid-filled and extruded insulation cables – Fluid-filled and dry-type cable-terminations*

ISO 48-2, *Rubber, vulcanized or thermoplastic – Determination of hardness – Part 2: Hardness between 10 IRHD and 100 IRHD*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	90
INTRODUCTION.....	92
1 Domaine d'application	93
2 Références normatives	93
3 Termes et définitions	95
3.1 Définitions de valeurs dimensionnelles (épaisseurs, sections, etc.).....	95
3.2 Définitions relatives aux essais	95
3.3 Autres définitions	96
4 Désignations des tensions, matériaux et arrondissement des nombres	97
4.1 Tensions assignées	97
4.2 Mélanges isolants pour câbles	97
4.3 Ecrans et gaines métalliques pour câbles	97
4.4 Mélanges pour gaines extérieures de câbles.....	98
4.5 Arrondissement des nombres.....	98
5 Précautions contre la pénétration d'eau dans les câbles	99
6 Caractéristiques du câble	99
7 Caractéristiques des accessoires	100
7.1 Extrémités de câble immergées dans du gaz	100
7.2 Isolateurs composites pour extrémités de câble extérieures.....	100
7.3 Caractéristiques d'accessoire à déclarer	100
8 Conditions d'essai	101
8.1 Température ambiante	101
8.2 Essais à haute tension.....	101
8.3 Forme d'onde des tensions d'essai en choc de foudre	101
8.4 Relations entre tensions d'essai et tensions assignées	101
8.5 Détermination de la température de l'âme du câble.....	102
9 Essais individuels de série des câbles et des accessoires	102
9.1 Généralités	102
9.2 Essai de décharges partielles	102
9.3 Essai de tension	103
9.4 Essai électrique sur la gaine extérieure du câble	103
10 Essais sur prélèvements des câbles	103
10.1 Généralités	103
10.2 Fréquence des essais	103
10.3 Répétition des essais.....	104
10.4 Examen de l'âme	104
10.5 Mesure de la résistance électrique de l'âme et de l'écran métallique.....	104
10.6 Mesure de l'épaisseur de l'enveloppe isolante et de celle de la gaine extérieure du câble	104
10.6.1 Généralités.....	104
10.6.2 Exigences relatives à l'enveloppe isolante	105
10.6.3 Exigences relatives à la gaine extérieure du câble.....	105
10.7 Mesure de l'épaisseur de la gaine métallique	105
10.7.1 Généralités.....	105
10.7.2 Gaine de plomb ou d'alliage de plomb	105

10.7.3	Gaine de cuivre ou d'aluminium	106
10.7.4	Ruban métallique pour construction CD	106
10.8	Mesure des diamètres	106
10.9	Essai d'allongement à chaud des enveloppes isolantes en PR, EPR et HEPR	107
10.9.1	Mode opératoire	107
10.9.2	Exigences	107
10.10	Mesure de la capacité	107
10.11	Mesure de la masse volumique des enveloppes isolantes en PEHD	107
10.11.1	Mode opératoire	107
10.11.2	Exigences	107
10.12	Essai au choc de foudre	107
10.13	Essai de pénétration d'eau	107
10.14	Essais supplémentaires sur les composants de câbles comportant un ruban ou une feuille métallique appliqué en long et contrecollé à la gaine extérieure	108
11	Essais sur prélèvements des accessoires	108
11.1	Essais des composants d'accessoire	108
11.2	Essais sur accessoires complets	108
12	Essais de type des systèmes de câbles	108
12.1	Généralités	108
12.2	Etendue de l'acceptation de type	109
12.3	Récapitulatif des essais de type	110
12.4	Essais de type électriques sur systèmes de câbles	110
12.4.1	Valeurs des tensions d'essai	110
12.4.2	Essais et séquence d'essais	111
12.4.3	Essai d'enroulement	111
12.4.4	Essais de décharges partielles	112
12.4.5	Mesure de $\tan \delta$	112
12.4.6	Essai de cycles de chauffage sous tension	113
12.4.7	Essai au choc de foudre suivi d'un essai sous tension à la fréquence industrielle	113
12.4.8	Examen	114
12.4.9	Résistivité des écrans semiconducteurs	114
12.5	Essais de type non électriques sur les composants du câble et sur câble complet	114
12.5.1	Généralités	114
12.5.2	Vérification de la constitution du câble	115
12.5.3	Détermination des propriétés mécaniques des enveloppes isolantes avant et après vieillissement	115
12.5.4	Détermination des propriétés mécaniques des gaines extérieures avant et après vieillissement	115
12.5.5	Essais de vieillissement sur tronçons de câbles complets pour vérifier la compatibilité des matériaux	116
12.5.6	Essai de perte de masse pour les gaines extérieures en PVC du type ST ₂	116
12.5.7	Essai de pression à température élevée sur les gaines extérieures	117
12.5.8	Essais à basse température pour les gaines extérieures en PVC de type ST ₁ et ST ₂ et pour les gaines extérieures en LSHF de type ST ₁₂	117
12.5.9	Essai de choc thermique pour les gaines extérieures en PVC (ST ₁ et ST ₂)	117

12.5.10	Essai de résistance à l'ozone des enveloppes isolantes en EPR et en HEPR	117
12.5.11	Essai d'allongement à chaud pour les enveloppes isolantes en EPR, en HEPR et en PR.....	117
12.5.12	Mesure de la masse volumique des enveloppes isolantes en PEHD	118
12.5.13	Mesure du taux de noir de carbone des gaines extérieures en PE de couleur noire (ST ₃ et ST ₇)	118
12.5.14	Essai des câbles soumis au feu	118
12.5.15	Essai de pénétration d'eau	119
12.5.16	Essais sur les composants de câbles comportant un ruban ou une feuille métallique appliqué en long et contrecollé à la gaine extérieure	119
12.5.17	Essai de rétraction des enveloppes isolantes en PE, en PEHD et en PR	119
12.5.18	Essai de rétraction des gaines extérieures en PE (ST ₃ , ST ₇) et en LSHF (ST ₁₂)	119
12.5.19	Détermination de la dureté de l'enveloppe isolante en HEPR.....	119
12.5.20	Détermination du module d'élasticité de l'enveloppe isolante en HEPR.....	120
13	Essai de préqualification sur le système de câble	120
13.1	Généralités et domaine d'acceptation de l'essai de préqualification	120
13.2	Essai de préqualification sur système de câble complet	121
13.2.1	Récapitulatif des essais de préqualification	121
13.2.2	Valeurs des tensions d'essai	121
13.2.3	Montage d'essai	121
13.2.4	Essai de cycles de chauffage sous tension	122
13.2.5	Essai au choc de foudre	123
13.2.6	Examen	123
13.3	Essais d'extension de préqualification d'un système de câble	123
13.3.1	Récapitulatif des essais d'extension de préqualification	123
13.3.2	Partie électrique des essais d'extension de préqualification sur un système de câble complet	123
14	Essais de type des câbles	125
14.1	Généralités	125
14.2	Etendue de l'acceptation de type	125
14.3	Récapitulatif des essais de type.....	126
14.4	Essais de type électriques sur câbles complets.....	126
15	Essais de type des accessoires	127
15.1	Généralités	127
15.2	Etendue de l'acceptation de type	127
15.3	Récapitulatif des essais de type.....	128
15.4	Essais de type électriques des accessoires	128
15.4.1	Valeurs des tensions d'essai	128
15.4.2	Essais et séquence d'essais	128
16	Essais électriques après pose	129
16.1	Généralités	129
16.2	Essai sous tension continue de la gaine extérieure	129
16.3	Essai sous tension alternative de l'enveloppe isolante	129
Annexe A (informative)	Détermination de la température de l'âme du câble	136
A.1	Objectif.....	136
A.2	Etalonnage de la température de la boucle d'essai principale	136
A.2.1	Généralités	136

A.2.2	Montage du câble et des capteurs de température.....	136
A.2.3	Méthode d'étalonnage	138
A.3	Chauffage pour l'essai	138
A.3.1	Méthode 1 – Utilisation d'un câble de référence.....	138
A.3.2	Méthode 2 – Utilisation de calculs et de mesures de la température de surface pour déterminer la température de l'âme	139
Annexe B (normative)	Arrondissement des nombres	140
Annexe C (informative)	Liste des essais de type, des essais de préqualification et d'extension de préqualification pour des systèmes de câbles, câbles et accessoires	141
Annexe D (normative)	Méthode de mesure de la résistivité des écrans semiconducteurs.....	143
Annexe E (normative)	Essai de pénétration d'eau	145
E.1	Eprouvette	145
E.2	Essai	145
E.3	Exigences	146
Annexe F (normative)	Essai de pénétration d'eau dans l'âme	147
F.1	Eprouvette	147
F.2	Essai	147
F.3	Exigences	147
Annexe G (normative)	Essais sur les composants de câbles comportant un ruban ou une feuille métallique appliqué en long et contrecollé à la gaine extérieure.....	149
G.1	Examen visuel	149
G.2	Force d'adhérence et de décollement.....	149
G.2.1	Généralités.....	149
G.2.2	Essai: force d'adhérence	149
G.2.3	Essai: force de décollement du recouvrement de la feuille métallique	150
G.2.4	Exigences.....	151
Annexe H (normative)	Essais supplémentaires des accessoires	153
H.1	Généralités	153
H.2	Etendue de l'acceptation	154
H.2.1	Etendue de l'acceptation pour les jonctions sans interruption d'écran ou de gaine métallique	154
H.2.2	Etendue de l'acceptation pour les jonctions avec interruption d'écran ou de gaine métallique	154
H.2.3	Etendue de l'acceptation des accessoires pour interruption d'écran et/ou raccordement à la terre du câble.....	155
H.2.4	Etendue de l'acceptation pour les extrémités avec arrêt d'écran	155
H.3	Essais des jonctions avec ou sans interruption d'écran ou de gaine métallique et des accessoires pour interruption d'écran et/ou raccordement à la terre du câble.....	155
H.3.1	Immersion dans l'eau.....	155
H.3.2	Essais électriques	155
H.4	Essais des extrémités avec arrêt d'écran	157
H.4.1	Essai de tenue en tension continue entre écran et terre	157
H.4.2	Essai de tenue au choc de foudre entre écran et terre	157
H.5	Examen	157
H.6	Essais des isolateurs composites pour extrémités extérieures	158
H.6.1	Généralités.....	158
H.6.2	Essai de pression interne	158
H.6.3	Essai de charge en porte-à-faux	158

Annexe I (normative) Détermination de la dureté des enveloppes isolantes en HEPR	159
I.1 Epreuve	159
I.2 Procédure d'essai	159
I.2.1 Généralités	159
I.2.2 Surfaces de grands rayons de courbure.....	159
I.2.3 Surfaces de petits rayons de courbure.....	159
I.2.4 Conditionnement et température d'essai	159
I.2.5 Nombre de mesures	160
Annexe J (informative) Recommandations pour l'examen du câble et des accessoires	161
Annexe K (xxx) Vide	162
Bibliographie.....	163
Figure 1 – Exemple de montage d'essai pour l'essai de préqualification.....	122
Figure 2 – Exemple de dispositif d'essai d'extension de préqualification d'un système pour la préqualification d'un système avec une autre jonction, prévue pour une installation rigide aussi bien qu'une installation souple	124
Figure A.1 – Montage type de la boucle de référence et de la boucle d'essai principale.....	137
Figure A.2 – Exemple de mise en place des capteurs de température sur l'âme de la boucle de référence	138
Figure D.1 – Préparation des échantillons pour la mesure de la résistivité des écrans sur âme et sur enveloppe isolante	144
Figure E.1 – Schéma de principe de l'appareillage pour l'essai de pénétration d'eau	146
Figure F.1 – Schéma de principe de l'appareillage pour l'essai de pénétration d'eau dans l'âme	148
Figure G.1 – Adhérence du ruban ou de la feuille métallique	150
Figure G.2 – Exemple de feuille métallique avec recouvrement.....	150
Figure G.3 – Force de décollement du recouvrement de la feuille métallique	151
Figure G.4 – Courbe type de la force en fonction de l'espacement des mâchoires (1)	151
Figure G.5 – Courbe type de la force en fonction de l'espacement des mâchoires (2)	152
Figure I.1 – Essai des surfaces de grands rayons de courbure	160
Figure I.2 – Essai des surfaces de petits rayons de courbure.....	160
Tableau 1 – Mélanges isolants pour câbles.....	130
Tableau 2 – Mélanges pour gaines extérieures de câbles	130
Tableau 3 – Exigences pour $\tan \delta$ pour les mélanges isolants pour câbles.....	130
Tableau 4 – Tensions d'essai.....	130
Tableau 5 – Essais de type non électriques pour mélanges pour enveloppes isolantes et pour gaines extérieures de câbles.....	131
Tableau 6 – Exigences d'essai pour les caractéristiques mécaniques des mélanges pour enveloppes isolantes de câbles (avant et après vieillissement)	132
Tableau 7 – Exigences d'essai pour les caractéristiques mécaniques des mélanges pour gaines extérieures de câbles (avant et après vieillissement)	132
Tableau 8 – Exigences d'essai pour les caractéristiques particulières des mélanges pour enveloppes isolantes de câbles	133
Tableau 9 – Exigences d'essai pour les caractéristiques particulières des mélanges à base de PVC et de LSHF pour gaines extérieures de câbles.....	133

Tableau 10 – Charge mécanique maximale des isolateurs composites pour extrémités extérieures.....	135
Tableau C.1 – Essais de type des systèmes de câbles, des câbles et des accessoires.....	141
Tableau C.2 – Essais de préqualification pour des systèmes de câbles avec un gradient calculé nominal sur âme supérieur à 8,0 kV/mm ou avec un gradient calculé nominal sur enveloppe isolante supérieur à 4,0 kV/mm.....	142
Tableau C.3 – Essais d'extension de préqualification pour des systèmes de câbles avec un gradient calculé nominal sur âme supérieur à 8,0 kV/mm ou avec un gradient calculé nominal sur enveloppe isolante supérieur à 4,0 kV/mm.....	142
Tableau G.1 – Forces d'adhérence et de décollement minimales acceptables.....	152
Tableau H.1 – Séquence d'essais	153
Tableau H.2 – Essai de tenue au choc de foudre entre écran et terre des jonctions avec ou sans interruption d'écran ou de gaine métallique et des accessoires pour interruption d'écran et/ou raccordement à la terre du câble.....	156
Tableau H.3 – Essai de tenue au choc de foudre entre écrans des jonctions avec interruption d'écran ou de gaine métallique et des accessoires pour interruption d'écran et/ou raccordement à la terre du câble	157
Tableau H.4 – Essais de tenue au choc de foudre entre écran et terre des extrémités avec arrêt d'écran	157

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**CÂBLES D'ÉNERGIE À ISOLATION EXTRUDÉE ET
LEURS ACCESSOIRES POUR DES TENSIONS ASSIGNÉES SUPÉRIEURES
À 30 kV ($U_m = 36$ kV) ET JUSQU'À 150 kV ($U_m = 170$ kV) –
MÉTHODES ET EXIGENCES D'ESSAI**

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale IEC 60840 a été établie par le comité d'études 20 de l'IEC: Câbles électriques.

Cette cinquième édition annule et remplace la quatrième édition parue en 2011. Cette édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

- il est exigé que les extrémités de câble immergées dans du gaz pour une utilisation à des tensions assignées supérieures à 52 kV soient soumises à des essais de type et des essais individuels de série conformément à l'IEC 62271-209 en plus des essais individuels de série et des essais de type spécifiés dans le présent document;
- les exigences relatives aux isolateurs composites pour extrémités de câble extérieures ont été introduites;
- les diamètres des cylindres d'essai spécifiés pour l'essai d'enroulement (essais de type et de préqualification) ont été modifiés conformément à l'IEC TR 61901:2016;
- un matériau de gaine extérieure sans halogène à faible dégagement de fumée, appelé ST₁₂ a été introduit;
- les essais supplémentaires des câbles soumis au feu (propagation verticale de flammes, densité de fumées, acidité et conductivité) qui doivent être appliqués conformément aux performances de résistance au feu déclarées pour le câble ont été introduits;
- un essai de pénétration d'eau dans l'âme a été ajouté;
- en plus des essais des protections externes des jonctions, les essais de type de l'arrêt d'écran ont été étendus à tous les accessoires.

NOTE Voir l'Introduction pour un historique plus complet des événements conduisant à la publication de cette cinquième édition.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
20/1909/FDIS	20/1910/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette Norme internationale.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives au document recherché. A cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

Le contenu du corrigendum de février 2021 a été pris en considération dans cet exemplaire.

INTRODUCTION

La première édition de l'IEC 60840, publiée en 1988, traitait seulement des câbles. Les accessoires ont été ajoutés à la deuxième édition, publiée en février 1999, qui couvrait séparément les méthodes d'essais et les exigences d'essais pour:

- a) les câbles seuls;
- b) les câbles avec les accessoires (système de câble).

Certains pays ont suggéré qu'une meilleure distinction soit faite entre systèmes, câbles et accessoires, plus particulièrement pour les tensions les plus basses du domaine d'application, par exemple 45 kV. Cela a été pris en compte dans la troisième édition (2004) et a ensuite été maintenu, donnant les exigences d'acceptation de type et l'étendue de celle-ci pour:

- a) les systèmes de câbles;
- b) les câbles seuls;
- c) les accessoires seuls.

Les fabricants et utilisateurs peuvent choisir l'option la mieux appropriée pour l'acceptation de type.

La quatrième édition (2011) a introduit la procédure d'essai de préqualification, en tant que système de câble incluant les accessoires, pour les câbles présentant des gradients élevés au niveau du semiconducteur sur âme et/ou sur enveloppe.

Les autres modifications significatives de la quatrième édition sont les suivantes:

- a) les numérotations des articles du présent document et de l'IEC 62067 ont été coordonnées de manière à présenter autant de similitudes que possible;
- b) lors de l'essai de prélèvement, l'essai au choc de foudre n'est plus suivi d'un essai sous tension à la fréquence industrielle.

Dans la présente cinquième édition, les principales modifications sont les suivantes:

- a) de nouvelles définitions pour trois constructions différentes d'écran de câble selon l'IEC TR 61901:2016 ont été ajoutées;
- b) il est exigé que les extrémités de câble immergées dans du gaz pour une utilisation à des tensions assignées supérieures à 52 kV, soient soumises à des essais de type et des essais individuels de série conformément à l'IEC 62271-209 en plus des essais individuels de série et des essais de type spécifiés dans le présent document;
- c) les exigences relatives aux isolateurs composites pour extrémités de câble extérieures ont été introduites;
- d) les diamètres des cylindres d'essai spécifiés pour l'essai d'enroulement (essais de type et de préqualification) ont été modifiés conformément à l'IEC TR 61901:2016;
- e) un matériau de gaine extérieure sans halogène à faible dégagement de fumée, appelé ST₁₂ a été introduit;
- f) les essais supplémentaires des câbles soumis au feu (propagation verticale de flammes, densité de fumées, acidité et conductivité) qui sont appliqués conformément aux performances de résistance au feu déclarées pour le câble ont été introduits;
- g) un essai de pénétration d'eau dans l'âme a été ajouté;
- h) en plus des essais des protections externes des jonctions, les essais de type de l'arrêt d'écran ont été étendus à tous les accessoires;
- i) une liste des références CIGRE appropriées est donnée dans la bibliographie.

CÂBLES D'ÉNERGIE À ISOLATION EXTRUDÉE ET LEURS ACCESSOIRES POUR DES TENSIONS ASSIGNÉES SUPÉRIEURES À 30 kV ($U_m = 36$ kV) ET JUSQU'À 150 kV ($U_m = 170$ kV) – MÉTHODES ET EXIGENCES D'ESSAI

1 Domaine d'application

Le présent document spécifie les méthodes et les exigences d'essai applicables aux systèmes de câbles d'énergie, câbles seuls et accessoires seuls, pour installations fixes, pour des tensions assignées supérieures à 30 kV ($U_m = 36$ kV) et jusqu'à 150 kV ($U_m = 170$ kV) inclus.

Les exigences s'appliquent aux câbles unipolaires, aux câbles tripolaires à écran individuel et à leurs accessoires, pour des conditions habituelles d'installation et de fonctionnement, mais pas aux câbles spéciaux, tels que les câbles sous-marins et leurs accessoires, pour lesquels il peut être nécessaire d'apporter des modifications aux essais normaux ou d'élaborer des conditions d'essai particulières.

Les jonctions assurant le raccordement des câbles à isolant extrudé aux câbles isolés au papier ne sont pas couvertes par le présent document.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 60060-1:2010, *Techniques des essais à haute tension – Partie 1: Définitions et exigences générales*

IEC 60228, *Ames des câbles isolés*

IEC 60229:2007, *Câbles électriques – Essais sur les gaines extérieures extrudées avec fonction spéciale de protection*

IEC 60230, *Essais de choc des câbles et de leurs accessoires*

IEC 60287-1-1:2006, *Câbles électriques – Calcul du courant admissible – Partie 1-1: Equations de l'intensité du courant admissible (facteur de charge 100 %) et calcul des pertes – Généralités*

IEC 60332-1-2, *Essais des câbles électriques et à fibres optiques soumis au feu – Partie 1-2: Essai de propagation verticale de la flamme sur conducteur ou câble isolé – Procédure pour flamme à prémélange de 1 kW*

IEC 60332-3-24, *Essais des câbles électriques et à fibres optiques soumis au feu – Partie 3-24: Essai de propagation verticale de la flamme des fils ou câbles montés en nappes en position verticale – Catégorie C*

IEC 60754-2, *Essais sur les gaz émis lors de la combustion des matériaux prélevés sur câbles – Partie 2: Détermination de la conductivité et de l'acidité (par mesure du pH)*

IEC 60811-201, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 201: Essais généraux – Mesure de l'épaisseur des enveloppes isolantes*

IEC 60811-202:2012, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 202: Essais généraux – Mesure de l'épaisseur des gaines*

non-métalliques

IEC 60811-202:2012/AMD1:2017

IEC 60811-203, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 203: Essais généraux – Mesure des dimensions extérieures*

IEC 60811-401, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 401: Essais divers – Méthodes de vieillissement thermique – Vieillissement en étuve à air*

IEC 60811-403, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 403: Essais divers – Essai de résistance à l'ozone sur les mélanges réticulés*

IEC 60811-409, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 409: Essais divers – Essai de perte de masse des enveloppes isolantes et gaines thermoplastiques*

IEC 60811-501:2012, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 501: Essais mécaniques – Détermination des propriétés mécaniques des mélanges pour les enveloppes isolantes et les gaines*

IEC 60811-501:2012/AMD1:2018

IEC 60811-502:2012, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 502: Essais mécaniques – Essai de rétraction des enveloppes isolantes*

IEC 60811-503, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 503: Essais mécaniques – Essai de rétraction des gaines*

IEC 60811-505, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 505: Essais mécaniques – Essai d'allongement à basse température pour les enveloppes isolantes et les gaines*

IEC 60811-506, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 506: Essais mécaniques – Essai de choc à basse température pour les enveloppes isolantes et les gaines*

IEC 60811-507, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 507: Essais mécaniques – Essai d'allongement à chaud pour les matériaux réticulés*

IEC 60811-508:2012, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 508: Essais mécaniques – Essai de pression à température élevée pour les enveloppes isolantes et les gaines*

IEC 60811-508:2012/AMD1:2017

IEC 60811-509, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 509: Essais mécaniques – Essai de résistance à la fissuration des enveloppes isolantes et des gaines (essai de choc thermique)*

IEC 60811-605:2012, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 605: Essais physiques – Mesure du taux de noir de carbone et/ou des charges minérales dans les mélanges en polyéthylène*

IEC 60811-606, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 606: Essais physiques – Méthodes de détermination de la masse volumique*

IEC 60885-3, *Méthodes d'essais électriques pour les câbles électriques – Partie 3: Méthodes d'essais pour mesures de décharges partielles sur longueurs de câbles de puissance extrudés*

IEC 61034-2:2005, *Mesure de la densité de fumées dégagées par des câbles brûlant dans des conditions définies – Partie 2: Procédure d'essai et exigences*
IEC 61034-2:2005/AMD1:2013

IEC 61462:2007, *Isolateurs composites creux – Isolateurs avec ou sans pression interne pour utilisation dans des appareillages électriques de tensions nominales supérieures à 1 000 V – Définitions, méthodes d'essai, critères d'acceptation et recommandations de conception*

IEC 62271-209, *Appareillage haute tension – Partie 209: Raccordement de câbles pour appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse de tension assignée supérieure à 52 kV – Câbles remplis d'un fluide ou à isolation extrudée – Extrémité de câble de type sec ou remplie d'un fluide*

ISO 48-2, *Caoutchouc vulcanisé ou thermoplastique – Détermination de la dureté – Partie 2: Dureté comprise entre 10 DIDC et 100 DIDC*